

(51) Int. Cl.<sup>°</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求

(全25頁)

(21) 出願番号 特願平9-542685  
(86) (22) 出願日 平成9年(1997)5月20日  
(85) 翻訳文提出日 平成10年(1998)1月26日  
(86) 国際出願番号 PCT/US97/08601  
(87) 国際公開番号 W097/44781  
(87) 国際公開日 平成9年(1997)11月27日  
(31) 優先権主張番号 08/653,322  
(32) 優先日 1996年5月24日  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, CA, CN, JP, KR, SG

(71) 出願人 エム・ケイ・イー・クワンタム・コンポーネンツ・コロラド・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー  
アメリカ合衆国、80027 コロラド州、ルイスビル、インフィニトゥ・ドライブ、1450  
(72) 発明者 ダイクス、ジョン・ウエスト  
アメリカ合衆国、80301-5363 コロラド州、ボウルダー、ホワイト・ロック・サークル、4650、アパートメント・1  
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 面垂直電流スピバルブタイプ磁気抵抗トランスデューサ

## (57) 【要約】

トランスデューサはスピバルブ (「SV」) 構造を含み、このスピバルブ構造は、その第1の端部に近接するピン止めされた強磁性層 (9.8) と、対向して配置された、その第2の端部に近接する自由に回転する強磁性層 (9.4) とを含む。第1および第2の電流導体 (9.2, 10.4) は、面垂直電流形態 (「CPP」) においてそれぞれスピバルブ構造の第1および第2の端部に近接する。ここに開示される特定のな実施例において、差動CPPトランスデューサ (120) は1対のSV構造 (SV1, SV2) を含み、これらの1対のSV構造は、第1および第2の電流導体 (13.2, 15.2) を有し、共通の電流導体 (14.2) がこれらのSV構造間に介在する。

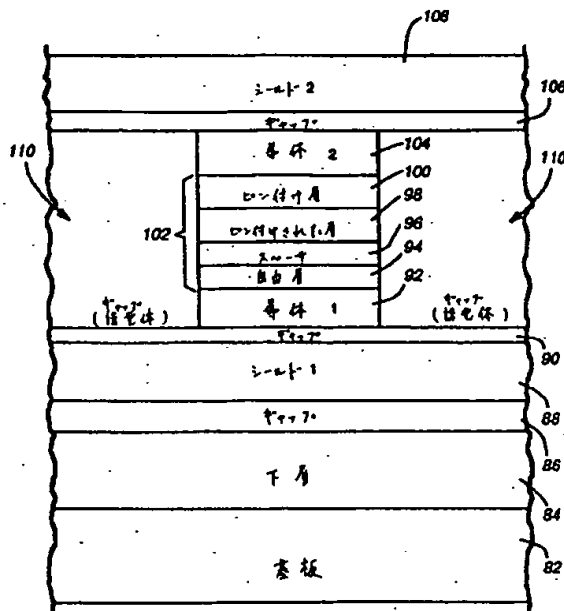


Fig. 3A

**【特許請求の範囲】**

1. スピンバルブ構造を含み、前記スピンバルブ構造は、その第1の端部に近接するピン止めされた強磁性層と、対向して配置された、その第2の端部に近接する、自由に回転する強磁性層とを含み、さらに

前記スピンバルブ構造の前記第1および第2の端部にそれぞれ近接する第1および第2の電流導体を含む、トランスデューサ。

2. 前記スピンバルブ構造の前記第1の端部において、前記ピン止めされた層の上にあるピン止め層をさらに含む、請求項1に記載のトランスデューサ。

3. 前記ピン止めされた磁気性層と自由に回転する磁気性層との間に介在するスペーサ層をさらに含む、請求項1に記載のトランスデューサ。

4. 前記第1および第2の電流導体に関して横方向に配置された、一般的に平行でありかつスペースをあけられた第1および第2の磁気シールドをさらに含む、請求項1に記載のトランスデューサ。

5. 前記第1および第2の電流導体と前記第1および第2の磁気シールドとの間に介在するよう配置された第1および第2のギャップ層をさらに含む、請求項4に記載のトランスデューサ。

6. 前記第1および第2の磁気シールドのうちの選択されたものに関して横方向に配置された基板およびその上にある下層をさらに含む、請求項4に記載のトランスデューサ。

7. 前記下層と、前記第1および第2の磁気シールドのうちの前記選択されたものの間に配置された中間ギャップ層をさらに含む。請求項6に記載のトランスデューサ。

8. 前記ピン止めされた強磁性層および自由に回転する強磁性層が遷移金属を含む、請求項1に記載のトランスデューサ。

9. 前記遷移金属がパーマロイを含む、請求項8に記載のトランスデューサ。

10. 前記ピン止めされた強磁性層および自由に回転する強磁性層が、実質的に20Å以上200Å以下の厚さである、請求項1に記載のトランスデューサ。

11. 前記ピン止めされた強磁性層および自由に回転する強磁性層が、実質的に100Åの厚さである、請求項10に記載のトランスデューサ。

12. 前記ピン止め層が、交換結合された反強磁性磁石を含む、請求項2に記載のトランスデューサ。

13. 前記交換結合された反強磁性磁石が、FeMn、NiMn、NiOおよびNiCoOを含むグループから選択される、請求項12に記載のトランスデューサ。

14. 前記ピン止め層が永久磁石層を含む、請求項2に記載のトランスデューサ。

15. 前記永久磁石層が、Crおよびその合金を含むグループから選択される、請求項14に記載のトランスデューサ。

16. 前記永久磁石層が、実質的に50Å以上500Å以下の厚さである、請求項14に記載のトランスデューサ。

17. 前記スペーサ層が非磁性材料を含む、請求項3に記載のトランスデューサ。

18. 前記非磁性材料が貴金属を含む、請求項17に記載のトランスデューサ。

19. 前記スペーサ層が、実質的に20Å以上50Å以下の厚さである、請求項3に記載のトランスデューサ。

20. 前記下層が、TaならびにAlおよびSiの酸化物を含むグループから選択される、請求項6に記載のトランスデューサ。

21. 前記第1および第2の電流導体の間にある、前記スピバルブ構造を実質的に取り囲む誘電体をさらに含む、請求項1に記載のトランスデューサ。

22. 前記第1および第2の電流導体が、Rh、Al、Au、Ta、Agおよびそれらの合金を含むグループから選択される、請求項1に記載のトランスデューサ。

23. 前記第1および第2の電流導体が、実質的に100Å以上1000Å以下の厚さである、前記22に記載のトランスデューサ。

24. 前記第1および第2の磁気シールドが、比較的軟性である磁気材料を含む、請求項4に記載のトランスデューサ。

25. 前記比較的軟性である磁気材料が、パーマロイ、NiFe、CoZrTaおよびそれらの合金を含むグループから選択される、請求項24に記載のトランス

スデューサ。

26. 前記第1および第2の磁気シールドが、実質的に $2\mu$ 以下の厚さである、

請求項4に記載のトランスデューサ。

27. 前記第1および第2のギャップ層が、 $Al_2O_3$ および $SiO_2$ を含むグループから選択される、請求項5に記載のトランスデューサ。

28. 前記第1および第2のギャップ層が、実質的に100Å以上1000Å以下の厚さである、請求項27に記載のトランスデューサ。

29. ヘッドディスクアセンブリと、

それに符号化可能であるデータを有する、前記ヘッドディスクアセンブリ内に回転可能に含まれる少なくとも1つの磁気記憶媒体と、

前記ヘッドディスクアセンブリ内に可動式に含まれて、前記記憶媒体に対して前記トランスデューサを位置付け、前記データの、選択された部分の読出を可能にする少なくとも1つのポジショナ機構とをさらに備える、請求項1に記載のトランスデューサ。

30. 第1および第2のスピンバルブ構造を含み、前記第1および第2のスピンバルブ構造の各々は、そのそれぞれの第1の端部に近接するピン止めされた強磁性層と、そのそれぞれの、対向して配置された第2の端部に近接する自由に回転する強磁性層とを備え、さらに

前記第1および第2のスピンバルブ構造の前記第1および第2の端部にそれぞれ近接する第1および第2の電流導体と、

前記第1および第2のスピンバルブ構造の前記第2および第1の端部にそれぞれ近接する共通の電流導体とを含む、トランスデューサ。

31. 前記第1および第2のスピンバルブ構造の前記第1の端部において、前記ピン止めされた層の上にあるピン止め層をさらに含む、請求項30に記載のトランスデューサ。

32. 前記第1および第2のスピンバルブ構造の前記ピン止めされた磁気性層および自由に回転する磁気性層間に介在するスペーサ層をさらに含む、請求項30に記載のトランスデューサ。

33. 前記第1および第2の電流導体に関して横方向に配置された、一般的に平行であり、かつスペースがつけられた第1および第2の磁気シールドをさらに含む、請求項30を含むトランスデューサ。

34. 前記第1および第2の電流導体と前記第1および第2の磁気シールドとの間に介在するよう配置された第1および第2のギャップ層をさらに含む、請求項33に記載のトランスデューサ。

35. 前記第1および第2の磁気シールドのうちの選択されたものに関して横方向に配置された基板と、その上にある下層とをさらに含む、請求項33に記載のトランスデューサ。

36. 前記下層と、前記第1および第2の磁気シールドのうちの前記選択されたものとの間に配置された中間ギャップ層をさらに含む、請求項35に記載のトランスデューサ。

37. 前記第1および第2のスピンバルブ構造の、前記ピン止めされた強磁性層および前記自由に回転する強磁性層が遷移金属を含む、請求項30に記載のトランスデューサ。

38. 前記遷移金属がパーマロイを含む、請求項37に記載のトランスデューサ。

39. 前記第1および第2のスピンバルブ構造の、前記ピン止めされた強磁性層および自由に回転する強磁性層が、実質的に20Å以上200Å以下の厚さである、請求項30に記載のトランスデューサ。

40. 前記ピン止めされた強磁性層および自由に回転する強磁性層が、実質的に100Åの厚さである、請求項39に記載のトランスデューサ。

41. 前記ピン止め層が、交換結合された反強磁性磁石を含む、請求項31に記載のトランスデューサ。

42. 前記交換結合された反強磁性磁石が、FeMn、NiMn、NiOおよびNiCoOを含むグループから選択される、請求項41に記載のトランスデューサ。

43. 前記ピン止め層が永久磁石層を含む、請求項31に記載のトランスデュー

サ。

44. 前記永久磁石層が、Crおよびその合金を含むグループから選択される、請求項43に記載のトランスデューサ。

45. 前記永久磁石層が、実質的に50Å以上500Å以下の厚さである、請求項44に記載のトランスデューサ。

46. 前記スペーサ層が非磁性材料を含む、請求項32に記載のトランスデューサ。

47. 前記非磁性材料が貴金属を含む、請求項46に記載のトランスデューサ。

48. 前記スペーサ層が、実質的に10Å以上50Å以下の厚さである、請求項32に記載のトランスデューサ。

49. 前記下層が、TaならびにAlおよびSiの酸化物を含むグループから選択される、請求項35に記載のトランスデューサ。

50. 前記第1および第2の電流導体と前記共通の電流導体との間にある、前記第1および第2のスピナバルブ構造を実質的に取り囲む誘電層をさらに含む、請求項30に記載のトランスデューサ。

51. 前記第1および第2の電流導体ならびに前記共通の電流導体が、Rh、Al、Au、Ta、Agおよびそれらの合金を含むグループから選択される、請求項30に記載のトランスデューサ。

52. 前記第1および第2の電流導体ならびに前記共通の電流導体が、実質的に100Å以上1000Å以下の厚さである、請求項51に記載のトランスデューサ。

53. 前記第1および第2の磁気シールドが、比較的軟性である磁気材料を含む、請求項33に記載のトランスデューサ。

54. 前記比較的軟性である磁気材料が、パーマロイ、NiFe、CoZrTaおよびそれらの合金を含むグループから選択される、請求項53に記載のトランスデューサ。

55. 前記第1および第2の磁気シールドが、実質的に2μ以下の厚さである、請求項33に記載のトランスデューサ。

56. 前記第1および第2のギャップ層が、 $Al_2O_3$ および $SiO_2$ を含むグループから選択される、請求項34に記載のトランスデューサ。

57. 前記第1および第2のギャップ層が、実質的に100Å以上1000Å以下の厚さである、請求項56に記載のトランスデューサ。

58. ヘッドディスクアセンブリと、

その上に符号化可能なデータを有する、前記ヘッドディスクアセンブリ内に回

転可能に含まれる少なくとも1つの磁気記憶媒体と、

前記ヘッドディスクアセンブリ内に可動式に含まれて、前記記憶媒体に対して前記トランスデューサを位置付け、前記データの、選択された部分の読出を可能にする、少なくとも1つのポジショナ機構とをさらに含む、請求項30に記載のトランスデューサ。

**【発明の詳細な説明】****面垂直電流スピバルブタイプ磁気抵抗トランスデューサ****関連出願への相互参照**

本発明は、1996年1月16日付でJ. ラマー ニックス (J. Lamar Nix) 他に発行された「バルクハウゼン雑音抑制が向上した磁気抵抗デバイスおよび方法 (Magnetoresistive Device and Method Having Improved Barkhausen Noise Suppression)」と題された米国特許第5, 485, 334号の主題、ならびに1995年3月9日付でヤング カン キム (Young Keun Kim) により出願された「ドメイン安定化技術を採用した成形スピバルブタイプ磁気抵抗トランスデューサおよびその製造方法 (Shaped Spin Valve Type Magnetoresistive Transducer and Method for Fabricating the Same Incorporating Domain Stabilization Technique)」と題された米国特許出願第08/401, 553号に関する。上記米国特許および特許出願は本発明およびその開示の譲受人であるクウォンタム・ペリフェラルズ・コロラド・インコーポレイテッド (Quantum Peripheral s Colorado, Inc.) に譲渡され、特に本明細書に引用により援用する。

**発明の背景**

本発明は包括的に、磁気抵抗 (MR) スピバルブ (SV) デバイスの分野に関する。より特定のには、本発明は磁気大量記憶媒体に符号化されたデータ信号を読み出すために、たとえば磁気トランスデューサまたは「ヘッド」として使用するための、面垂直電流 (CPP) スピバルブデバイス設計、およびその代替の差動センシング実施例に関する。

いわゆる巨大磁気抵抗効果 (GMR) を示す磁気抵抗デバイスまたはヘッドは、磁気コンピュータ大量記憶ディスクドライブおよびテープに、より面積密度の高い記録を行なおうとする試みにおいては現在技術的に重要である。このGMR効果は、Phys. Rev. Lett. 61, 2472(1988)において初めて、M. N. ベイビッチ (M.N. Baibich)、J. M. プロト (J.M. Broto)、A. フェルト (A. Fert)、F. ニュイアン バン ド (F. Nguyen Van Dau)、F. ペトロフ (F. Petroff)、P. エイティエン (P. Etienne)、G. クロイツェット (G. Creuzet)



A. フリードリック (A. Friederich) および J. シャゼラス (J. Chazelas) により記載された。典型的には、GMR材料に対する磁気抵抗比 ( $\Delta R/R$ ) の大きさは、現在磁気読出トランスデューサとして一般に使用されている異方性磁気抵抗 (AMR) 材料のものを上回っている。スピバルブ効果は、Phys. Rev. B 43, 1297(1991)で B. ディーニ (B. Dieny)、V. S. スペリオス (V.S. Speriosu)、S. S. P. パーキン (S.S.P. Parkin)、B. A. ガーニー (B.A. Gurney)、D. R. ウィルホイト (D.R. Wilhoit) および D. モーリ (D. Mauri) により記載されているように、GMRを利用する既知の方法である。典型的なスピバルブMRデバイスは、非磁性金属スペーサ (100Å未満のオーダー) により分離される2つの薄い強磁性層 (100Å未満のオーダー) を含む。一方の強磁性層の磁化は自由に動くことができるが、他方は近接する反強磁性または永久磁気層によりピン止めされる。いかなるタイプのGMR構造の動作にも重要なことは、MR応答が、センシングフィールドに対応する2つの磁化ベクトル間の角度の関数であることである。

スピバルブ効果を利用した種々のデバイスの実現について述べた特許は今まで数多くある。例として、1992年10月27日発行の「スピバルブ効果に基づく磁気抵抗センサ (Magnetoresistive Sensor Based on the Spin Valve Effect)」と題されたディーニ他への米国特許第5, 159, 513号、1993年4月27日に発行された「スピバルブ効果に基づく磁気抵抗センサ」と題されたディーニ他への第5, 206, 590号、1994年2月15日に発行された「二重スピバルブ磁気抵抗センサ (Dual Spin Valve Magnetoresistive Sensor)」と題されたバウムガート (Baumgart) 他への第5, 287, 238号、および1994年4月5日に発行された「電流がバイアスされた磁気抵抗スピバルブセンサ (Current Biased Magnetoresistive Spin Valve Sensor)」と題されたケイン (Cain) 他への第5, 301, 079号を参照されたい。これらはすべてインターナショナルビジネスマシズコーポレーション (International Business Machines Corporation) に譲渡される。

これら特許に記載された、種々のデバイス実現における積層された直交する構造では、下側の強磁性層 (この上には自由に回転する磁化ベクトルがある) が、

基板の上方ではあるが、磁化ベクトルが近接する反強磁性のピン止め層によりピン止めされた上側の強磁性層の下方に設けられる。さらに、すべての場合において、センス電流はスピバルブ構造を含む層の面を流れMR応答を制限すると示されている。電流密度は磁気抵抗構造の膜の面内にあるため、これは面内電流（CIP）ジオメトリとして知られている。

1995年11月のIEEE 磁気学議事録（IEEE Transactions on Magnetism）第31巻のロットマイヤー，R.（Rottmayer, R.）およびズー，J.（Zhu, J.）による「CPPモードでGMRセンサを用いた超高密度磁気記録ヘッドの新設計（A New Design for an Ultra-High Density Magnetic Recording Head Using a GMR Sensor In the CPP Mode）」では、面垂直電流モードで動作し、永久磁石のように作用する交換結合された軟性膜によりバイアスされ、従来のMRおよびSVヘッド設計とは明らかに異なる、書込ヘッドギャップ内のGMR多層読出エレメントが提案されている。多層読出エレメントは、上記のようにピン止めされたおよび自由に回転する強磁性層双方を含むスピバルブタイプGMRトランスデューサとは大きく異なる層構造の繰返しからなる。さらに、ロットマイヤー他の文献では、読出／書込ヘッドの書込ギャップ内の多層センサを反強磁性磁石に交換結合される軟性バイアス磁石とともに設けて、センサを線形的な動作範囲にバイアスすることが意図される。読出センサは書込電流バースト中に発生するフィールドに繰返しさらされることにより大幅な劣化を受ける可能性があるため、書込ギャップ内に読出センサを設けることは、未だに明らかにされていない構成である。

#### 発明の概要

本発明は対照的に、以前提案されたような多層GMRセンサではなく、面垂直電流構成で動作するスピバルブタイプトランスデューサを好都合に提供するという点において特に有用性がある。スピバルブタイプGMRトランスデューサは本質的に自己バイアスされているため、ロットマイヤー他により提案されているように反強磁性磁石に交換結合される軟性バイアス磁石を必要としない。さらに、本明細書で開示されるSVトランスデューサは、標準的な読出／書込ヘッド

に対する構成と関連付けると、書込エレメントを読出エレメントの上に、書込電流バースト中発生するフィールドにさらされることなく設けることができ、特に有用性がある。

本明細書で具体的に開示されているのは、第1の端部に近接するピン止めされた強磁性層と、対向して設けられた第2の端部に近接する自由に回転する強磁性層とを含むスピバルブ構造を備えるトランスデューサである。第1および第2の電流導体はスピバルブ構造の第1および第2の端部にそれぞれ面垂直電流構成で近接する。

本明細書で開示される具体的な実施例では、差動データトランスデューサは第1および第2のスピバルブ構造を含み、各々は、それぞれの第1の端部に近接するピン止めされた強磁性層と、それぞれ対向して設けられた第2の端部に近接する自由に回転する強磁性層とを含む。第1および第2の電流導体は第1および第2のスピバルブ構造それぞれの第1および第2の端部に近接し、共通電流導体は第1および第2のスピバルブ構造それぞれの第2および第1の端部に近接する。

#### 図面の簡単な説明

本発明の上記およびその他の特徴および目的、ならびにそれらを達成する態様は、添付の図面と関連付けて以下の好ましい実施例の説明を参照することによりより明らかになりかつ発明そのものも最もよく理解されるであろう。

図1は、先行技術によるスピバルブデバイスの概略的な断面の空気ベアリング面(ABS)を示しており、読出トラック幅「TW<sub>1</sub>」は、ピン止めされた上側のピン止め層の上にある面内電流ジオメトリのリード線のメタライゼーションにより規定される。

図2は、面内電流構造を示す米国特許出願第08/401,553号に従う特に有利なスピバルブデバイス設計の概略断面ABSの図であり、読出トラック幅「TW<sub>2</sub>」は、最上部の強磁性層の上にある永久磁石層部分により規定され、下にあるデバイス構造は以下で開示される面垂直電流と関連付けて利用し得るものである。

図3Aは、本発明の実施例に従う面垂直電流スピバルブタイプ磁気抵抗トランスデューサの部分的なABSの図であり、ピン止め層がピン止めされた層の上にあり、この層の組合せが今度は自由に回転する強磁性層の上にあり、スピバルブ構造そのものが1対の電流導体および近接するシールドに挟まれた単一スピバルブ構造を示す。

図3Bは、図3Aのスピバルブタイプ磁気抵抗トランスデューサの部分的な側面図であり、単一スピバルブ構造およびこれを部分的に取囲むギャップ誘電層を通る電流経路を示す。

図4は、本発明に従うスピバルブタイプ磁気抵抗トランスデューサの代替実施例のさらなる部分側面図であり、差動信号センサとして使用するための面垂直電流構成で形成された1対のスピバルブ構造（「SV<sub>1</sub>」および「SV<sub>2</sub>」）を示す。

図5は、磁気「読出」ヘッドとして本発明の面垂直電流トランスデューサを応用するものを構成する従来のディスクドライブの簡単な部分平面図である。

#### 好ましい実施例の説明

図1を参照して、先行技術によるスピバルブセンサ10構造が、典型的な面内電流デバイス構成で示されている。先行技術によるスピバルブセンサ10は、直接関係のある部分では、基板12およびその上層14を含む。活性スピバルブ構造そのものは、非磁性スペーサ層18（Cu、AgまたはAuといった貴金属からなる）により分離された下側の強磁性層16および上側の強磁性層24として示される2つの強磁性層（遷移金属またはパーマロイといった合金からなる）を含む。FeMn、NiMnまたはNi-Co酸化物といった反強磁性磁石を含み得るピン止め層26が、上側の強磁性層24の上に設けられ、数百エルステッド（Oe）のオーダの異方性交換結合をもたらす。したがって、上側の強磁性層24の磁化の方向は、空気ベアリング面（ABS）に垂直な容易軸でピン止めされる。

下層14（Taなど）およびキャップ層28（Taを含み得る）が設けられ、活性構造を保護する。永久磁石層20および22は、実質的に垂直な積層構造の

側部に形成され、下側の強磁性層16に対するドメイン制御をもたらす。

先行技術のスピバルブセンサ10はまた、自由強磁性層を挟む2つのピン止めされた強磁性層を備える二重構成で設けることができる。このような構造により、図1に示す構造よりも応答が約50%増大する。

それにもかかわらず、先行技術のスピバルブセンサ10および二重設計双方には、MR応答による本質的な劣化が生じる。スピバルブまたは何らかのGMR材料におけるMR応答の原因は主として、伝導電子のスピン依存散乱である。CIPジオメトリを利用すれば、伝導電子の中には、スペース層18といったスピン依存散乱中心がない層に沿う分路により、スピン依存散乱を受けないようにされるものがある。さらに、図1の設計は、本質的に抵抗の高い非磁性のピン止めおよびキャップ層26および28を通して電流をスピバルブ構造に送るよう大量の電流密度が必要とされる限り、製造上再生可能な磁気読出ヘッド製品という点では潜在的に不利である。さらに、読出トラック幅( $TW_1$ )は正確に定められないかもしれない。なぜなら、導体(または電流リード線30、32)層は、活性磁気センサ構造と比較して相対的に厚みが大きく、電流リード線30、32および永久磁石層20、22がトラック幅を規定する可能性があるためである。これは安定した読出ヘッド動作という点では望ましくない。さらに、バルクハウゼン雑音抑制を目的として1対の永久磁石層20、22の厚みを正確に制御することは、数十オングストローム( $\text{\AA}$ )のオーダーでしかないこれらの限られた厚みのスケールのために非常に困難である。たとえば、安定化の強さを決定することになる、全磁気モーメント(残留磁気と膜の厚みを乗算したもの、 $M_r \cdot t$ )を調整するためにより厚みの大きな永久磁石層20、22が必要とされるとき、永久磁石層20、22の厚みは、スペーサと上側の強磁性層18、24とを組合せた厚みよりも大きくなり得る。これは本質的に望ましくない、というのも、さもなければしっかりとピン止めされる上側の強磁性層24の磁化が変わる可能性があるためである。

図2を参照して、米国特許出願第08/401,553号の開示に従う成形されたスピバルブセンサ50が示される。この成形スピバルブセンサ50の設計では、基板52はその上に形成される下層54を備え、抵抗の高いピン止め層

56が強磁性層よりも前に堆積される。ピン止め層56の堆積の次には、薄い下の強磁性層58の堆積が行なわれる。スペーサ層60および第2の上強磁性層62が次に設けられ、先細りにされた(テーパ)側部を有するメサ状の構造にパターンニングされる。テーパ角度(実質的に $45^{\circ}$ 以下のオーダ)が浅いということは、製造において全体的に滑らかなデバイストポグラフィとするには有利である。薄い非磁性分離層64、66(Crなど)が、永久磁石層68、70に先行して、下の強磁性層58の上かつメサの側部(および先細りにされた側部に近接するメサの上表面の部分)に設けられ、下の強磁性層58のピン止めされた磁化方向を回転させる可能性がある交換結合を防止する。電流リード線72、74を面内電流構成で形成した後は、永久磁石層68、70との直接のコンタクトが設けられる。キャップ層76は電流リード線72、永久磁石層68、70の一部、および上の強磁性層62の覆われていない部分の上であり、メサ構造の最上部を形成する。

図示の成形スピナルブセンサ50では、読出トラック幅( $TW_2$ )を規定するのは永久磁石層68、70であり、電流リード線72、74ではない。この態様で、再生可能なトラック幅制御が可能になる。なぜなら、永久磁石層68、70は典型的に、電流リード線72、74を形成する導体層よりも薄いため、後者にとってはフォトリソグラフィ上非常に困難ではなくなるからである。さらに、電流が直接永久磁石層68、70および薄い分離層64、66を通して活性の上強磁性層62に流れる可能性があるため、先行技術によるCIP設計よりも電流密度を高めることが可能である。

さらに図3Aおよび3Bを参照して、本発明の具体的な実施例に従う面垂直電流スピナルブタイプ磁気抵抗トランスデューサ80の部分的なABSが示される。なお、ピン止め層56およびピン止めされた強磁性層58が活性強磁性層62の下にある図2のスピナルブ構造が、図示の活性のピン止めされた層のより従来の配置の代わりに使用され得る。

トランスデューサ80は直接関係のある部分としては、基板82を含みその上には下層84がある。下層84の上には絶縁ギャップ層86がある。第1の磁気シールド88は図示のようにギャップ層86の上にある。酸化アルミニウム(A

$\text{I}_2\text{O}_3$ ) または二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) を含み得る任意のギャップ層90を第1の磁気シールド88の上に形成してもよい。シールド層は、ニッケル鉄 ( $\text{NiFe}$ )、コバルトジルコニウムタンタル ( $\text{CoZrTa}$ )、窒化鉄 ( $\text{FeN}$ ) または他の軟磁性材料あるいはその合金を含んでもよい。シールド層の厚みは2ミクロン以下のオーダーで、ギャップ層90の場合は100と1000Å間であり得る。

第1の電流導体92は、ギャップ層90の上に形成される。第1の電流導体92は100から1000オングストロームの間のロジウム ( $\text{Rh}$ )、アルミニウム ( $\text{Al}$ )、金 ( $\text{Au}$ )、タンタル ( $\text{Ta}$ ) あるいは銀 ( $\text{Ag}$ ) またはこれらの合金を含み得る。自由に回転する (「自由」または「活性」) 層94は第1の電流導体92の上にある。非磁性スペーサ層96は自由層94の上にあり、ピン止めされた層98がスペーサ層96の上に形成される。ピン止め層100はピン止めされた層98の上にあり、第1の電流導体92を形成するのに用いられたものと同様の材料からなる第2の電流導体104がその上に形成される。第1および第2の電流導体92、104は自由層94、スペーサ層96、ピン止めされた層98、およびピン止め層100と関連付けられ図示のようなスピバルブ構造102を構成する。

同様の態様で、任意のギャップ層106が第2の電流導体104の上にあり、その上には第2の磁気シールド108がある。誘電体ギャップ材料110が、図示のようにスピバルブ構造102ならびに第1および第2の電流導体92、104の部分を囲んでいる。

トランスデューサ80は例示としてのみ、単一スピバルブ構造102として示され、この構造では、ピン止め層100がピン止めされた層98の上にあり、これらの層の組合せが自由に回転する (「自由」または「活性」) 強磁性層94の上にあり、スピバルブ構造102そのものが1対の第1および第2の電流導体92および94の間ならびに近接する第1および第2の磁気シールド88および108の間に挟まれている。

特定のには図3Bを参照して、部分的に包囲するギャップ誘電材料110に加えて、単一のスピバルブ構造102を通る電流経路が示される。トランスデュー

ーサ80にCPPジオメトリを用いると、スピバルブ構造102の各層を電流が通ることが余儀なくされ、それにより、さもなくばスピ依存散乱と、したがって磁気抵抗応答とを低減し得る分路電流を防ぐ。したがって、CPPジオメトリのトランスデューサ80は、比類のCIPデバイスよりも大きな磁気抵抗応答を示すこととなる。示していないが、ドメイン制御をもたらすようトランスデューサ80の構造に永久磁石を加えてもよく、用途によっては、導体92および104を排除して、トランスデューサ80の導通経路としてシールド88および108を代わりに用いてもよい。

スピバルブ構造102は実質的に例示のとおりであるか、または代替的な実施例においては、図2のスピバルブ構造をそれと置換してもよいことに留意すべきである。さらに、スピバルブ構造102は、比較的厚い導体スペース層によって隔てられた2つまたはそれ以上のスピバルブを含む二重スピバルブ型デバイスであってもよい。二重スピバルブデバイスのそれぞれのピン止め層を適切に配向すると、直列に配置された2つのスピバルブが二重ストライプAMR磁気抵抗センサと同様に機能し得る。

次に図4をさらに参照して、差動読出ヘッドとして用いられ得るスピバルブトランスデューサ120の代替的な実施例が示される。トランスデューサ120は基板122と、上にある下層124と、その上にあるギャップ層126と、第1の磁気シールド128とを含む。図3Aおよび図3Bにおける前述の実施例と同様に、第1の磁気シールド128の上にオプションとしてのギャップ層130が設けられてもよい。

同様に、第1のスピバルブ構造（「SV<sub>1</sub>」）は第1の電流導体132と、自由層134と、スペーサ層136と、ピン止めされた層138と、ピン止め層140とを含む。第1のスピバルブ構造SV<sub>1</sub>のピン止め層の上には共通の電流導体（「導体C」）142がある。共通の導体142の上には、自由層144と、スペーサ層146と、ピン止めされた層148と、ピン止め層150とを含む第2のスピバルブ構造（「SV<sub>2</sub>」）の構造が形成される。第2の電流導体152は第2のスピバルブ構造SV<sub>2</sub>のピン止め層150の上に形成される。同様に、オプションとしてのギャップ層154が第2の電流導体152の上に形



成され、その後第2の磁気シールド156が形成されてもよい。

以上の図3A、図3Bおよび図4に関して説明して示したCPPスピバルブトランスデューサはまた、従来のCIP設計よりも製造および加工が容易である。なぜなら、このトランスデューサは本質的に平らであるため、フォトリソグラフィによる加工作業が容易であるからである。さらに、先に開示したCPPスピバルブトランスデューサは、少ない加工工程を用いて製造することができる。

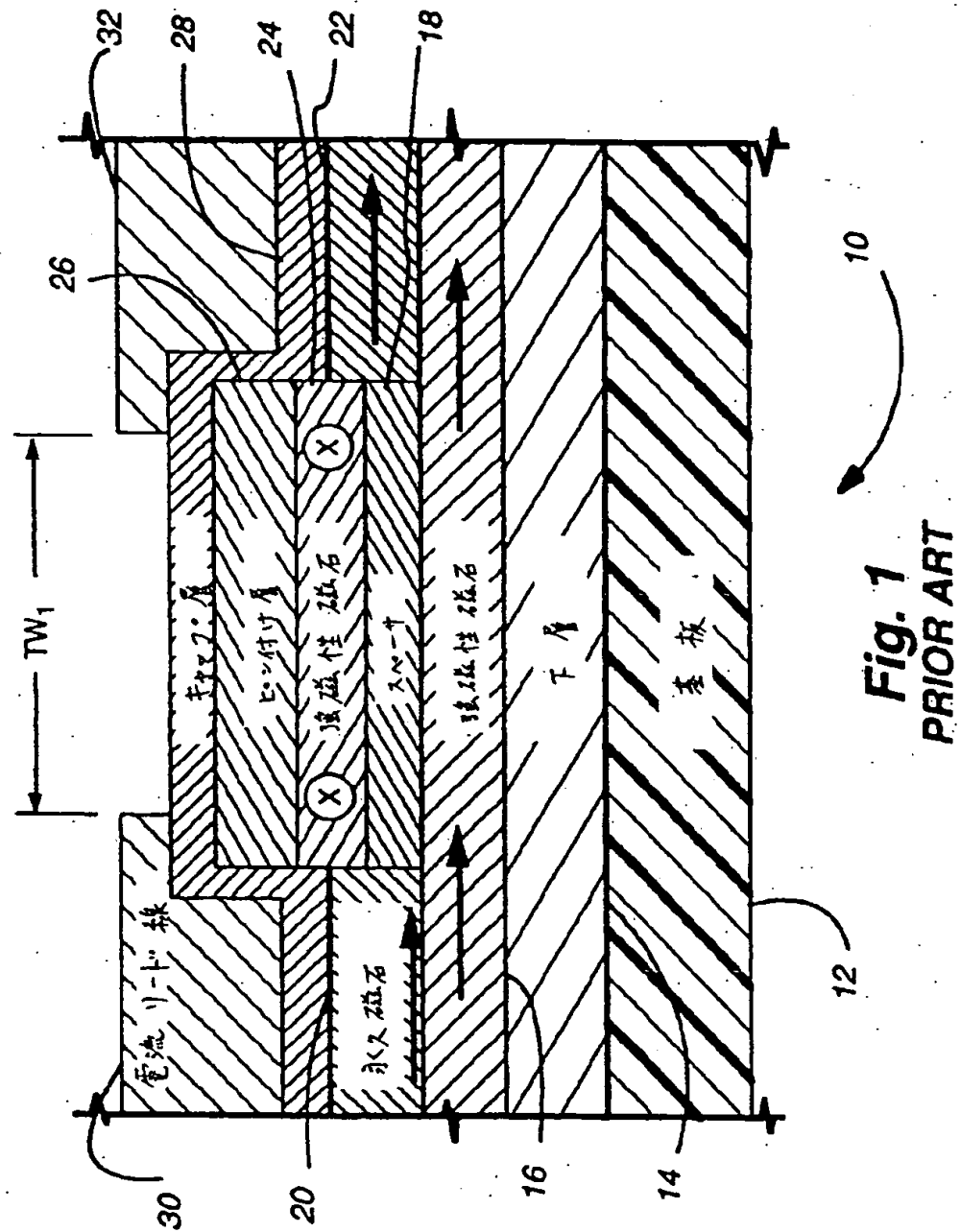
次に、付加的に図5を参照して、この発明の、面垂直電流トランスデューサに関連して用いることが可能な、ディスクドライブ170の、切り取られた概略上面図が示される。ディスクドライブ170は、関連した部分に、中央軸を中心に回転する多くのディスク172を含む。「読出」エレメントとして、この発明に従ったトランスデューサを含み得る読出／書込ヘッド174は、ディスク172の表面178上の多くの同心データトラックに対してポジショナ176によって位置付けられ、その、磁化しにくい表面178へのデータの書込またはそれからのデータの読出を可能にする。以上に開示したトランスデューサはテープドライブおよび他のコンピュータ大容量記憶装置に関連して用いられてもよい。

このように、開示したCPPスピバルブトランスデューサは、 $\Delta R/R$ 応答を（従来のCIPジオメトリの約2倍に）高め、平らな加工をもたらし、製造工程の数を減らすという点で、従来のCIPの設計よりも優れている。

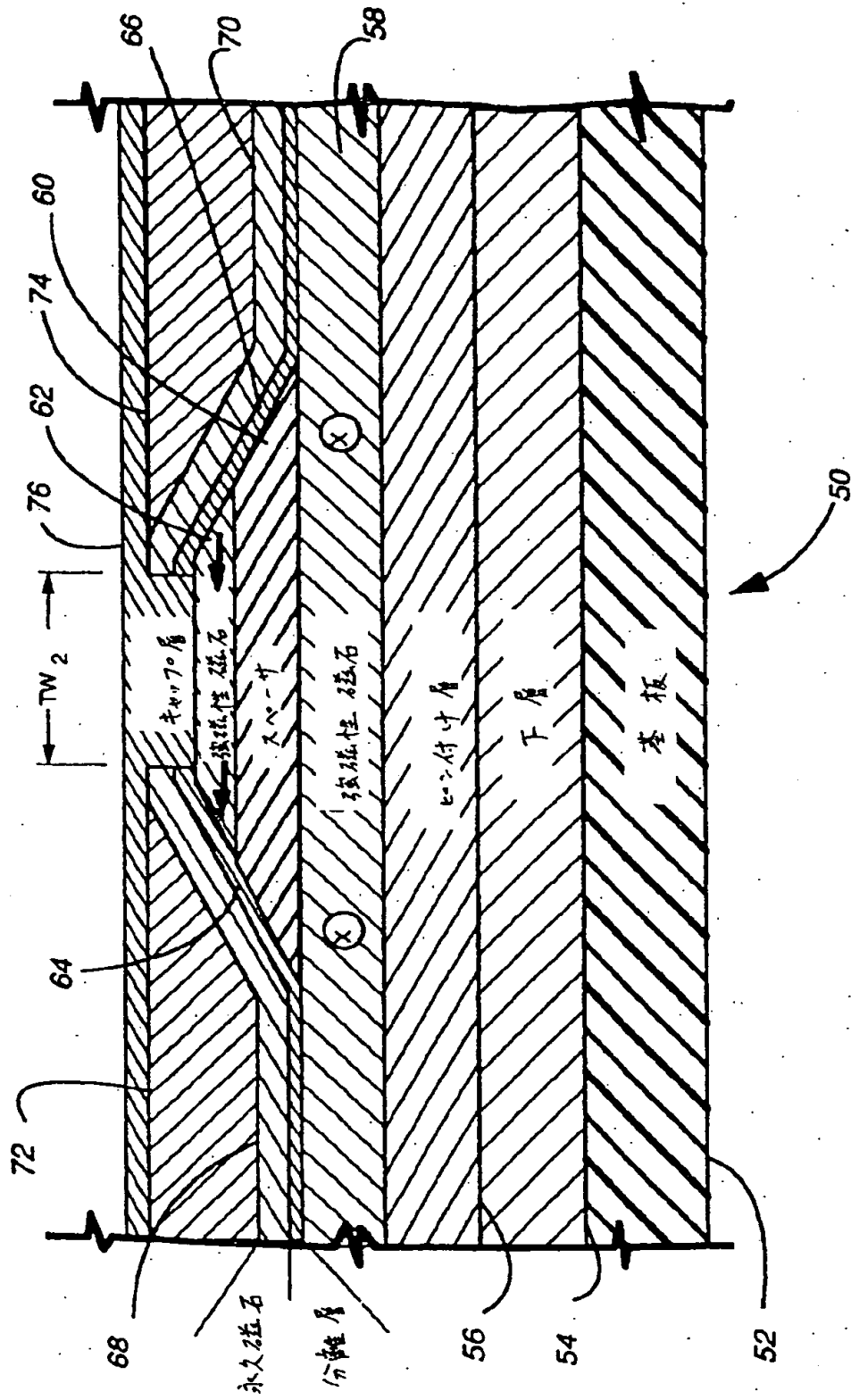
以上に、特定のデバイス構造および製造技術に関連してこの発明の原理を説明したが、以上の説明は例示によるものであり、発明の範囲を制限するものではないことを明らかに理解すべきである。特に、以上の開示の教示は関連技術における当業者に他の変形を提案し得ることが認められる。このような変形は、それ自体が既に公知であり、かつここに既に記載した特徴の代わりに、またはその特徴に加えて用いられ得る、他の特徴にかかわるであろう。この出願において、請求の範囲は、特定のな特徴の組合せになるよう作成されているが、ここにおける開示の範囲には、いかなる新しい特徴や明確にまたは潜在的に開示されている特徴の、いかなる新しい組合せが含まれてもよく、または、それがいずれかの請求項においてここで請求されている同じ発明に関するかどうかにかかわらず、かつこの発明が直面する同じ技術上の問題のいずれかまたはすべてを軽減するかどうか

かにかかわらず、当業者には明らかであろうその概念または変形が含まれる。これによって、出願人は、この発明またはそこから引出されるさらなる出願の審査時に、このような特徴および／またはこのような特徴の組合せに対して新しい請求項を作成する権利を留保する。

【図1】



【图 2】



永久磁石

分離層

70. 70. 70.

强磁性磁石

22-4

磁性磁石

付十一層

F, R

基板

【図3A】

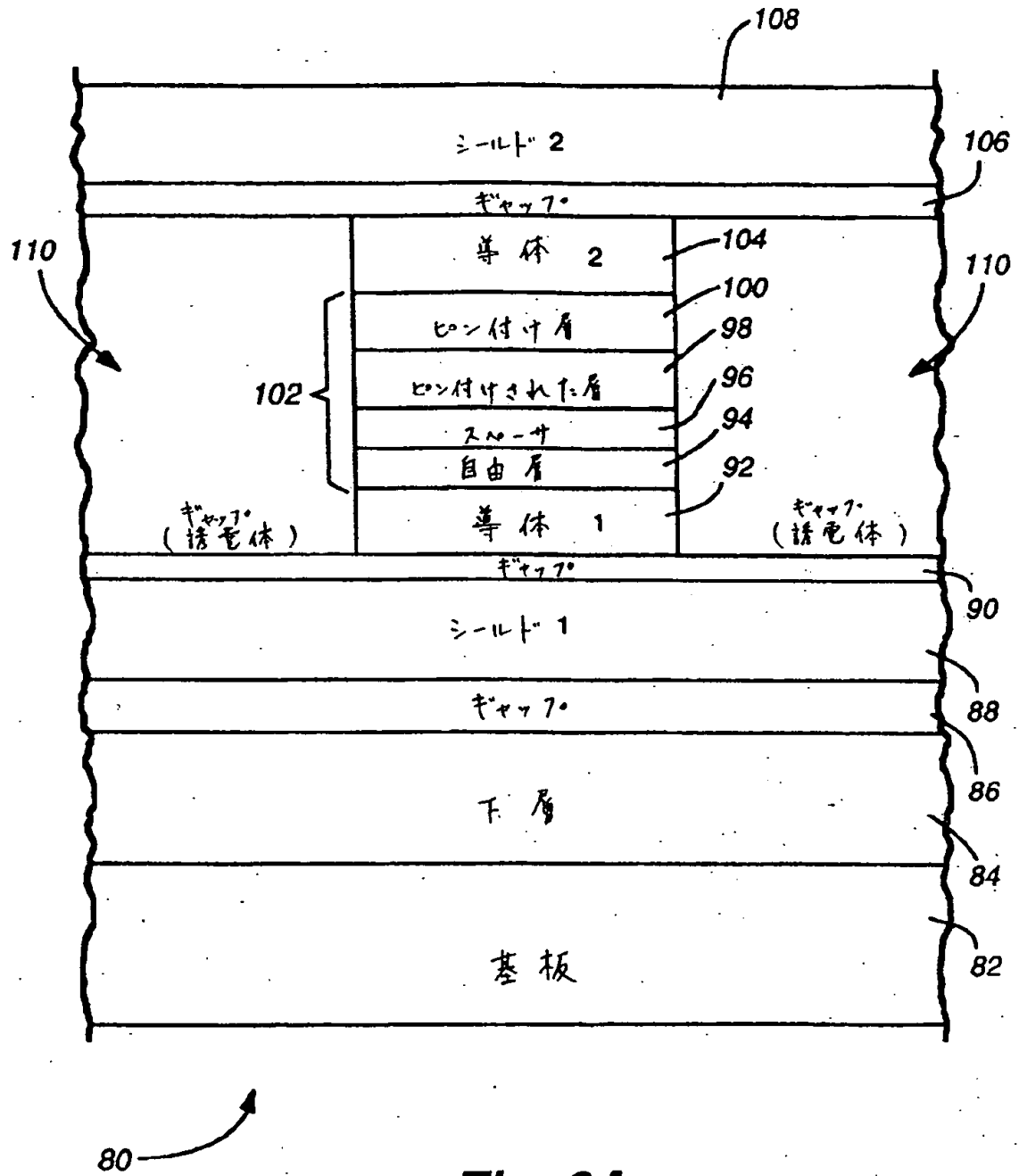


Fig. 3A

【図3】

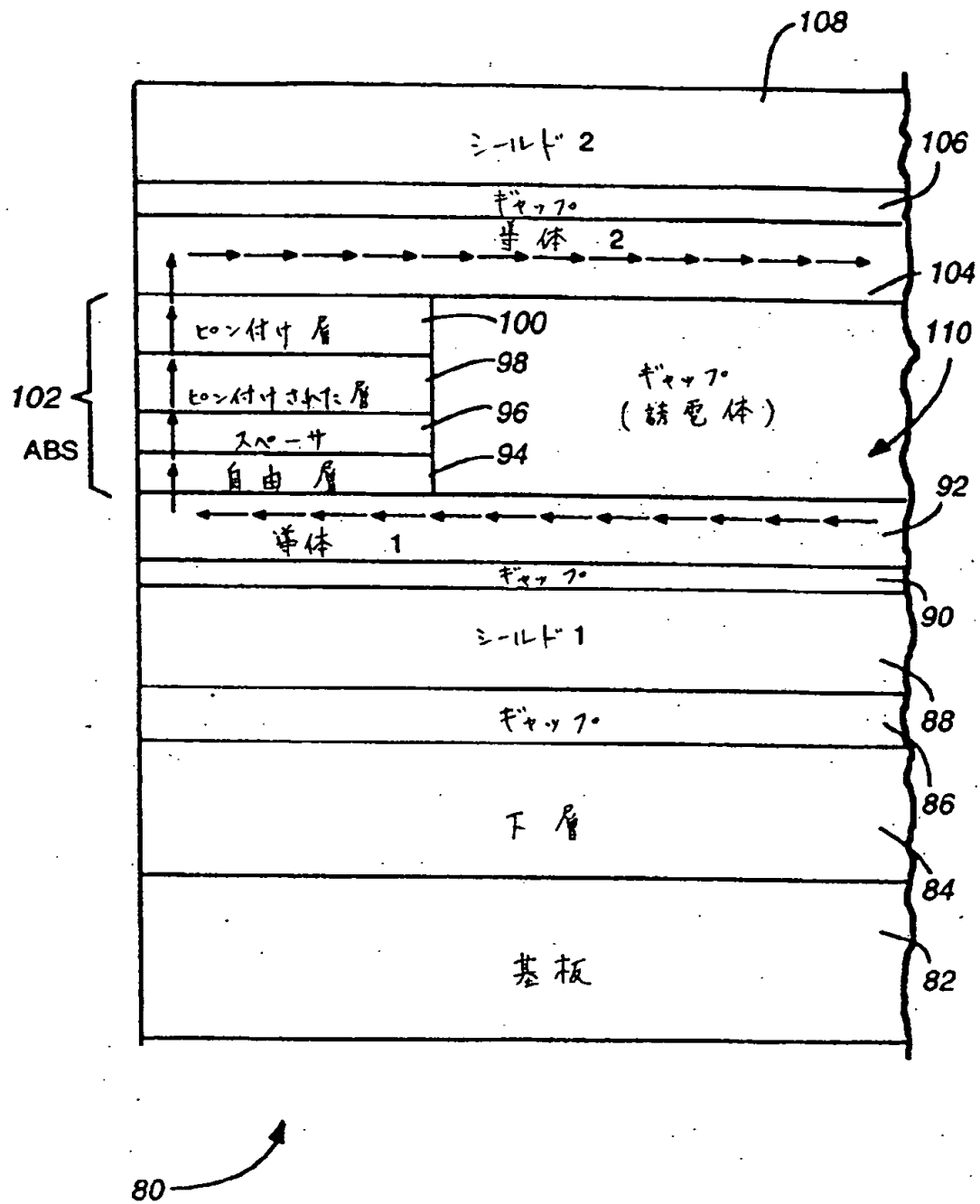
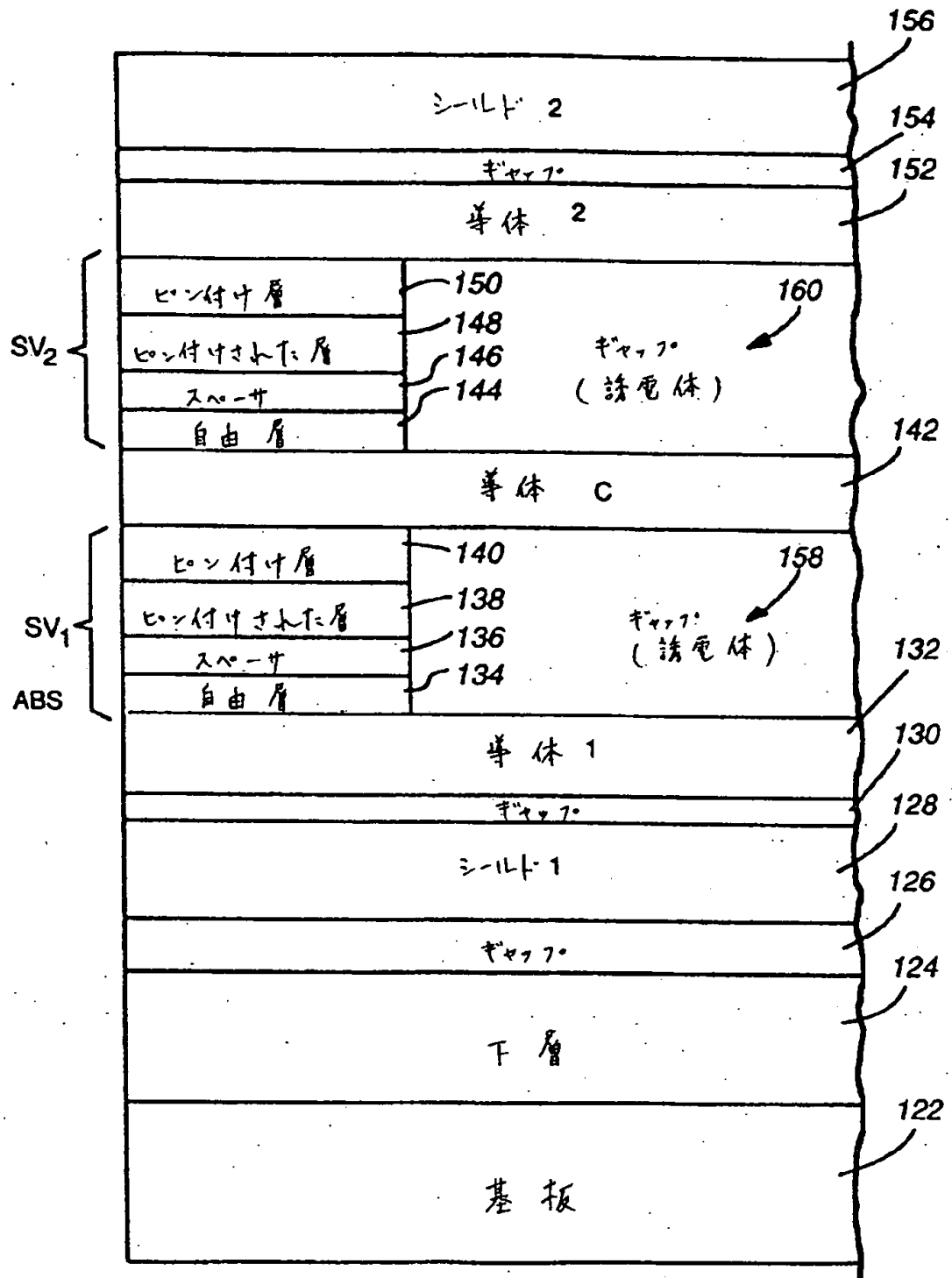


Fig. 3B

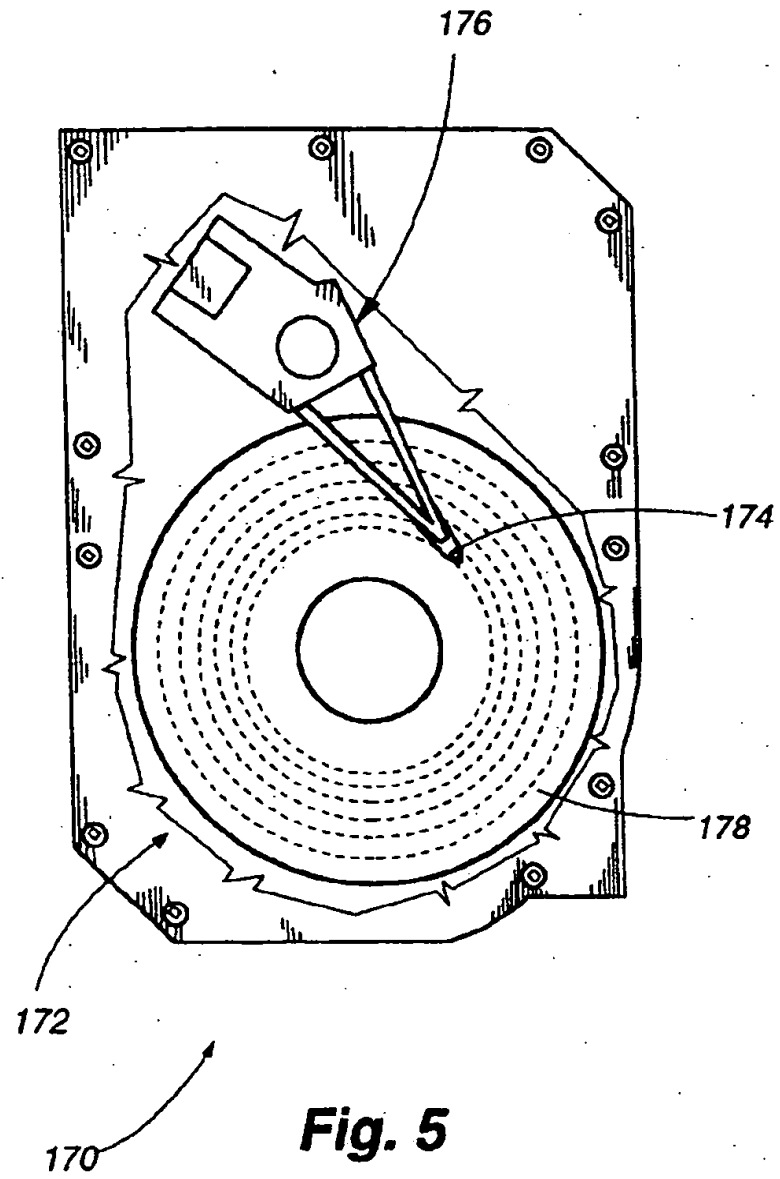
【図4】



120

Fig. 4

【図5】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US97/08601

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) : G 11 B 5/39 US CL : 360/113 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 360/113, 126 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,390,061 A (NAKATANI ET AL) 14 FEBRUARY 1995 (14/2/95), SEE ENTIRE DOCUMENT.	1-58
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified) "O" document referring to no oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 28 AUGUST 1997		Date of mailing of the international search report 11 SEP 1997
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer A. J. HEINZ Telephone No. (703) 308-1544

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)\*



---

フロントページの続き

(72)発明者 キム, ヤング・コーン  
アメリカ合衆国、80302 コロラド州、ボ  
ウルダー、フォウルサム・ストリート、  
1475、アパートメント・186